

## Оптическое управление состояниями областей фазового расслоения, формирующихся в мультиферроиках $\text{Eu}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Mn}_2\text{O}_5$ за счет самоорганизации

Б.Х. Ханнанов, Е.И. Головенчиц, В.А. Санина

*Физико-Технический Институт им. А.Ф. Иоффе РАН, 194021, г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: khannanov@mail.ioffe.ru*

$\text{RMn}_2\text{O}_5$  (где R – редкоземельные ионы) являются мультиферроиками, в которых магнитное упорядочение с  $T_N \approx 40\text{-}45\text{ K}$  индуцирует сегнетоэлектрический порядок с  $T_C \approx 30\text{-}35\text{ K}$ . Они содержат одинаковое количество ионов  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$  в слоях перпендикулярных оси с кристалла и при комнатной температуре имеют симметрию  $P6_{\text{mm}}$ . Конечная вероятность туннелирования электронов между ионами  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$  (двойной обмен) приводит к появлению наноскопических областей фазового расслоения, занимающих малый объем кристалла.

Немагнитные ионы  $\text{Eu}^{3+}$  (основное состояние  $^7F_0$ ) слабо влияют на состояние ионов  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$ . Равновесное состояние областей фазового расслоения формируется при балансе сильных взаимодействий: двойного обмена (с энергией  $E \approx 0.3\text{ eV}$ ), эффекта Яна-Теллера ( $E \approx 0.8\text{ eV}$ ) и Кулоновского отталкивания ( $E \approx 1\text{ eV}$ ), что обеспечивает существование областей фазового расслоения до температур, выше комнатной. Эти области обладают взаимосвязанными магнитным и электрическим полярным упорядочениями и представляют собой полупроводниковые гетероструктуры. Слои этих гетероструктур являются ферромагнитными и содержащими пары ионов  $\text{Mn}^{3+}\text{-Mn}^{4+}$ , а также перезаряжающие их электроны в различных соотношениях. Измерение параметров ферромагнитных резонансов от отдельных слоев гетероструктур, позволяет судить о состояниях слоев и всей гетероструктуры. В  $\text{Eu}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Mn}_2\text{O}_5$  частичное замещение  $\text{Eu}^{3+}$  ионами  $\text{Ce}^{4+}$  увеличивает концентрацию гетероструктур.

В настоящей работе исследовалось влияние оптической накачки на свойства гетероструктур в  $\text{Eu}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Mn}_2\text{O}_5$ . Оптическая накачка изменяет соотношение ионов  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$  в отдельных слоях гетероструктур, изменяя баланс указанных выше взаимодействий и, соответственно, их магнитные и электрические полярные свойства. Равновесные состояния областей фазового расслоения как до, так и после оптической накачки устанавливается при циклировании магнитного поля. Усиление или ослабление магнитного поля приводит к увеличению или уменьшению количества ферромагнитно ориентированных пар ионов  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{Mn}^{4+}$  соответственно, что позволяет влиять на двойной обмен. При релаксации оптического возбуждения преимущественно заселяются электронами слои с более глубокими ямами, увеличивая в этих слоях концентрацию Ян-Теллеровских ионов  $\text{Mn}^{3+}$  и усиливая Ян-Теллеровское взаимодействие. При этом изменяется и Кулоновское отталкивание электронов. Таким образом, в результате оптической накачки изменяется баланс взаимодействий и состояния гетероструктур. При более мощной оптической накачке удастся получить гетероструктуры, существующие до более высокой температуры, чем до накачки [1].

1. Е.И. Головенчиц, Б.Х. Ханнанов, В.А. Санина, *Письма в ЖЭТФ* **111**(12), 826 (2020).